

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-119981

(43)Date of publication of application : 27.04.2001

(51)Int.Cl.

H02P 6/10

F04B 49/06

F24F 11/02

F25B 1/00

H02P 6/08

H02P 7/63

BEST AVAILABLE COPY

(21)Application number : 11-290247

(71)Applicant : TOSHIBA KYARIA KK

(22)Date of filing : 12.10.1999

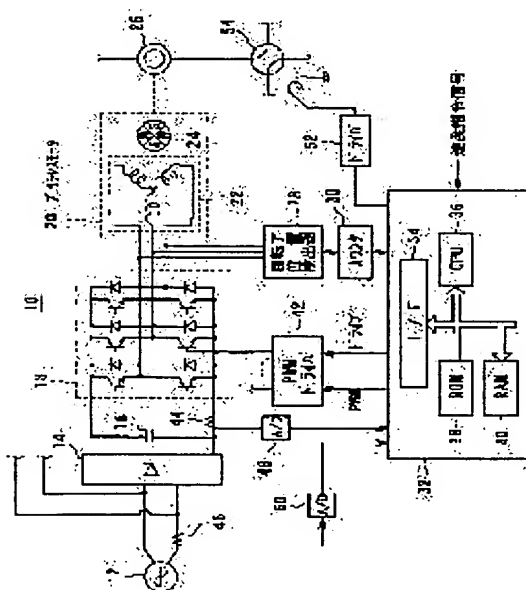
(72)Inventor : MIYAZAKI HIROSHI  
KANBE TAKAYUKI  
IKEDA SHIGEKI  
MORIMOTO TOSHIYUKI  
OGATA AKIHIRO

## (54) COMPRESSOR DRIVE-CONTROL DEVICE AND AIR CONDITIONER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively suppress vibration and noise by fully maximizing torque pulsation correction within the allowed value of an inverter input current and to surely prevent burning or the like of equipment and circuit components.

SOLUTION: A compressor drive-controlling device 10 is provided with a brushless DC motor 20 for rotating a compressor 26, drive means 18, 42, and 32 for driving the motor 20 in PWM(pulse width modulation) system, and means 28, 30, and 32 for correcting conduction duty factor during a rotation to the brushless DC motor when the operating frequency of the compressor 26 is equal to or less than a fixed value, The device is provided with a means 32 for reducing the amount of correction of the torque pulsation correction, as the operating frequency of the compressor 26 increases.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The brushless DC motor made to rotate a compressor and the driving means which drives this brushless DC motor by the PWM (Pulse Density Modulation) method, In the compressor drive control unit equipped with a torque pulsating amendment means to amend the energization duty under 1 rotation to said brushless DC motor for every predetermined electrical angle when the operation frequency of said compressor is below constant value The compressor drive control unit characterized by having an amount adjustment means of amendments to adjust the amount of amendments of the torque pulsating amendment performed by said torque pulsating amendment means according to said operation frequency.

[Claim 2] Said amount adjustment means of amendments is a compressor drive control unit according to claim 1 characterized by being a means to reduce said amount of amendments as said operation frequency becomes large.

[Claim 3] Said amount adjustment means of amendments is a compressor drive control unit according to claim 2 characterized by being a means to reduce said amount of amendments at a fixed rate as said operation frequency becomes large.

[Claim 4] It is the compressor drive control unit according to claim 1 characterized by equipping said amount adjustment means of amendments with a detection means to detect the peak value of the ripple of a current which flows to said inverter, and an adjustment means to adjust said amount of amendments according to the peak value of the current ripple detected by this detection means while said driving means is equipped with an inverter.

[Claim 5] The brushless DC motor made to rotate a compressor and the driving means which drives this brushless DC motor by the PWM (several PAL modulation) method, In the air conditioner which carried the compressor drive control unit equipped with a torque pulsating amendment means to amend the energization duty under 1 rotation to said brushless DC motor for every predetermined electrical angle when the operation frequency of said compressor is below constant value said compressor drive control unit The air conditioner characterized by having a current value detection means to detect the value of the alternating current energized to this air conditioner, and an amount adjustment means of amendments to adjust the amount of amendments of the torque pulsating amendment performed by said torque pulsating amendment means according to the alternating current value detected by said current value detection means.

[Claim 6] A ripple peak value detection means to detect the peak value of the ripple of a current which flows to this inverter while said driving means is equipped with an inverter, When the peak value detected by this ripple peak value detection means reaches a maximum predetermined value, said amount of torque

amendments is reduced. The air conditioner according to claim 5 characterized by having the operation control means which makes said brushless motor drive so that said operation frequency may rise, when this peak value is judged to have judged whether it was the fall condition to which only constant value fell, and to have changed into said fall condition from that predetermined value.

[Claim 7] A ripple peak value detection means to detect the peak value of the ripple of a current which flows to this inverter while said driving means is equipped with an inverter, The 1st decision means which judges whether the ripple peak value detected by said ripple peak value detection means when said amount of amendments is reduced with said torque pulsating amendment means and amendment of torque pulsation is made fell, An interruption command means to interrupt the torque pulsating amendment by said torque pulsating amendment means when it is judged that said current ripple peak value does not fall with this 1st decision means, The 2nd decision means which judges whether the current ripple peak value detected by said ripple peak value detection means after this amendment interruption fell, The air conditioner according to claim 5 characterized by having the operation control means which makes said brushless DC motor drive so that it may become the value which said operation frequency was raised and exceeded said constant value when it was judged that said current ripple peak value fell with this 2nd decision means.

[Claim 8] The air conditioner according to claim 7 characterized by having an interruption command means to interrupt rotation of said brushless DC motor that operation of said compressor should be interrupted when it is judged that said current ripple peak value does not fall with said 2nd decision means.

[Claim 9] Said operation control means is an air conditioner according to claim 7 characterized by having a prohibition means to forbid operation below said constant value till the start up of the next time of said compressor.

[Claim 10] The brushless DC motor which is directly linked with the compressor connected to the four way valve, and is driven at variable speed in the compressor concerned, In the air conditioner which carried the compressor drive control unit equipped with the driving means which drives this brushless DC motor by the PWM (Pulse Density Modulation) method, and a phase detection means to detect the pulsating phase of the load torque of said compressor Said compressor drive control unit is an air conditioner characterized by said phase detection means equipping the period which has detected the pulsating phase of load torque with an energization prohibition means to forbid modification of the energization condition of said four way valve.

[Claim 11] Said compressor drive control unit is an air conditioner according to claim 10 characterized by having the energization means which energizes to said four way valve and stabilizes the location of the four way valve concerned, a starting means to start said brushless DC motor after location stable [ by energization of this energization means ], and an actuation command means to operate said phase detection means after this starting.

[Claim 12] The brushless DC motor which is directly linked with a compressor and is driven at variable speed in the compressor concerned, It has the driving means which drives this brushless DC motor by the PWM (Pulse Density Modulation) method. In the compressor drive control unit which amended the energization duty under 1 rotation to said brushless DC motor for every predetermined electrical angle when the operation frequency of said compressor was below constant value Even if it performs said torque pulsating amendment, when torque pulsation does not decrease, the torque pulsating amendment is interrupted. And the compressor drive control unit characterized by having the operation control means which controls the drive of said brushless DC motor so that operation by the operation frequency below said constant value is forbidden to said compressor till the next operation.

[Claim 13] Said compressor is claim 1 characterized by being the rotary system compressor of 1-cylinder structure thru/or 3, or a compressor drive control unit given in any 1 term of 12.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  - 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  - 3.In the drawings, any words are not translated.
-

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the air conditioner which carried the compressor driving gear which controlled pulsation of the torque generated with operation of a compressor, and this equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the compressor drive control unit which is made to rotate a brushless DC motor (non-commutator direct current motor), and drives a compressor is used abundantly so that JP,4-36000,B, JP,6-48916,B, JP,10-174488,A, and JP,11-46493,A may see in an air conditioner, for example.

[0003] As a compressor, there is a compressor equipped with the compressor style of the rotary system of 1-cylinder structure or 2-cylinder structure, and the revolving shaft of a brushless DC motor is directly linked with the compressor style of this compressor. Since the rotation drive of this motor is carried out by the PWM (Pulse Density Modulation) method by the inverter which accomplishes motorised equipment, rotation operation also of the compressor is carried out at rotation of a motor and one.

[0004] This compressor and pulsation of the torque accompanying that operation in especially the compressor of 1-cylinder structure are large. Since this pulsation brings about the vibration and the noise from an exterior unit, adjustable [ of the duty factor (duty) of the electrical potential difference of the specific phase section under motor 1 rotation ] is carried out, and torque pulsating amendment which controls pulsation of torque is usually carried out.

[0005] Moreover, the judgment of a torque pulsating phase angle is performed on the occasion of this torque pulsating amendment. Although the compressor is connected to the four way valve as an electromagnetic-control valve for a refrigerant passage change-over, the energization to a four way valve is changed at the time of motor starting, and the torque pulsating phase angle is judged immediately after motor starting.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it is in the conventional torque pulsating amendment mentioned above, when this amendment is carried out, a motor-winding current pulsates greatly, pulsation is produced also in the input current of motorised equipment, i.e., an inverter, and there is an inclination for that peak value to become large. For this reason, according to the temperature outside the interior of a room, laying temperature, and other environmental conditions, this peak value may exceed the tolerance of an inverter. If such deviation arises, the problem of a device and passive circuit elements being damaged by fire, or reducing life-proof nature will occur.

[0007] Moreover, according to motor starting mentioned above, the energization to a four way valve, and the timing relationship of a torque pulsating phase angle judging, a four way valve may operate during this judgment. If it results in such a situation, the torque fluctuation under 1 rotation cannot be confused and the speed difference of the large rotation phase of torque and the small rotation phase of torque cannot ask correctly. That is, a torque phase angle is not judged correctly but the problem of lapsing into an incorrect judging occurs.

[0008] It sets it as the 1st purpose to prevent a device, burning of passive circuit elements, etc. certainly while this invention was made in view of the problem of the conventional technique mentioned above, demonstrates torque pulsating amendment within the allowed value of the input current of an inverter (motorised equipment) to the maximum extent and controls vibration and the noise effectively.

[0009] Moreover, it sets it as the 2nd purpose to prevent the incorrect judging of a torque pulsating phase angle, to obtain the judgment result of a more positive torque pulsating phase angle, and to perform exact torque pulsating amendment according to this.

[0010] Even when a torque pulsating phase angle is an incorrect judging for a certain reason, furthermore, as a second best plan It grasps certainly having carried out the misjudgment law from the condition of the torque pulsation under torque pulsating amendment, the operation control of the torque pulsating amendment is carried out so that interruption or torque pulsating amendment of normal can be performed, and it sets it as the 3rd purpose to eliminate certainly the shift to a control state by which vibration and the noise are accelerated.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The brushless DC motor which is made to rotate a compressor in order to

attain the 1st purpose mentioned above according to invention of claim 1, The driving means which drives this brushless DC motor by the PWM (Pulse Density Modulation) method, In the compressor drive control unit equipped with a torque pulsating amendment means to amend the energization duty under 1 rotation to said brushless DC motor for every predetermined electrical angle when the operation frequency of said compressor is below constant value It is characterized by having an amount adjustment means of amendments to adjust the amount of amendments of the torque pulsating amendment performed by said torque pulsating amendment means according to said operation frequency.

[0012] For this reason, the vibration and the noise in a low operation frequency domain resulting from operation of a compressor are controlled by the torque pulsating amendment means. Since it is adjusted to the amount of amendments according to the operation frequency by it unlike the case where the fixed amount of pulsating amendments is maintained even if the operation frequency of a compressor changes to coincidence like before with the amount adjustment means of amendments, the circuit element of a driving means can be certainly protected from an overcurrent. It can develop as follows and a part of this concrete mode can be offered.

[0013] Suitably, like invention of claim 2, said amount adjustment means of amendments is a means to reduce said amount of amendments as said operation frequency becomes large. For example, like invention of claim 3, as for said amount adjustment means of amendments, it is desirable that it is a means to reduce said amount of amendments at a fixed rate as said operation frequency becomes large.

[0014] Moreover, while said driving means is equipped with an inverter according to invention of claim 4, said said amount adjustment means of amendments is equipped with a detection means to detect the peak value of the ripple of a current which flows to said inverter, and an adjustment means to adjust said amount of amendments according to the peak value of the current ripple detected by this detection means.

[0015] On the other hand, in order to attain said 1st purpose, according to invention of claim 5, the air conditioner equipped with the same compressor drive control unit as a thing according to claim 1 is offered. This air conditioner is equipped with a current value detection means to detect the value of the alternating current which energizes said compressor drive control unit to this air conditioner, and an amount adjustment means of amendments to adjust the amount of amendments of the torque pulsating amendment performed by said torque pulsating amendment means according to the alternating current value detected by said current value detection means.

[0016] According to the air conditioner which starts invention of claim 6 especially, while said driving means is equipped with an inverter A ripple peak value detection means to detect the peak value of the ripple of a current which flows to this inverter, When the peak value detected by this ripple peak value detection means reaches a maximum predetermined value, said amount of torque amendments is reduced. When this peak value is judged to have judged whether it was the fall condition to which only constant value fell, and to have changed into said fall condition from that predetermined value, it has the operation control means which makes said brushless motor drive so that said operation frequency may rise.

[0017] Moreover, according to the air conditioner concerning invention of claim 7, while said driving means is equipped with an inverter A ripple peak value detection means to detect the peak value of the ripple of a current which flows to this inverter, The 1st decision means which judges whether the ripple peak value detected by said ripple peak value detection means when said amount of amendments is reduced with said torque pulsating amendment means and amendment of torque pulsation is made fell, An interruption command means to interrupt the torque pulsating amendment by said torque pulsating amendment means when it is judged that said current ripple peak value does not fall with this 1st decision means, The 2nd decision means which judges whether the current ripple peak value detected by said ripple peak value detection means after this amendment interruption fell, When it is judged that said current ripple peak value fell with this 2nd decision means, it has the operation control means which makes said brushless DC motor drive so that it may become the value which said operation frequency was raised and exceeded said constant value.

[0018] Furthermore, according to the air conditioner concerning invention of claim 8, when it is judged that said current ripple peak value does not fall with said 2nd decision means, it has an interruption command means to interrupt rotation of said brushless DC motor that operation of said compressor should be interrupted. Especially in invention according to claim 9, said operation control means is characterized by having a prohibition means to forbid operation below said constant value till the start up of the next time of said compressor.

[0019] Thus, with constituting, an increment of the input current of a driving means (for example, inverter),

the input current (air-conditioner input current) of an air conditioner, and motor rotational speed (operation frequency) reduces the amount of amendments of torque pulsating amendment. Therefore, while demonstrating torque pulsating amendment within the allowed value of the input current of a driving means to the maximum extent and controlling vibration and the noise effectively, a device, burning of passive circuit elements, etc. can be prevented certainly. Moreover, reinforcement of equipment can also be attained. [0020] On the other hand, in order to attain the 2nd purpose of this invention mentioned above, according to invention of claim 10 The brushless DC motor which is directly linked with the compressor connected to the four way valve, and is driven at variable speed in the compressor concerned, In the air conditioner which carried the compressor drive control unit equipped with the driving means which drives this brushless DC motor by the PWM (Pulse Density Modulation) method, and a phase detection means to detect the pulsating phase of the load torque of said compressor Said compressor drive control unit is characterized by said phase detection means equipping the period which has detected the pulsating phase of load torque with an energization prohibition means to forbid modification of the energization condition of said four way valve. [0021] For example, according to invention of claim 11, said compressor drive control unit is equipped with the energization means which energizes to said four way valve and stabilizes the location of the four way valve concerned, a starting means to start said brushless DC motor after location stable [ by energization of this energization means ], and an actuation command means to operate said phase detection means after this starting.

[0022] Thereby, it can avoid performing the energization change to a four way valve, and the judgment of a torque pulsating phase angle to coincidence, and the incorrect judging of a torque pulsating phase angle can be prevented. Therefore, the judgment result of a more positive torque pulsating phase angle can be brought about, and exact torque pulsating amendment can be performed reflecting this judgment result.

[0023] Furthermore, in order to attain the 3rd purpose of this invention mentioned above, according to invention according to claim 12 Even if it performs torque pulsating amendment, when torque pulsation does not decrease in the compressor drive control unit of the same configuration as \*\*\*\*, It is characterized by having the operation control means which controls the drive of said brushless DC motor so that the torque pulsating amendment is interrupted and operation by the operation frequency below said constant value is forbidden to said compressor till the next operation.

[0024] Consequently, even when a torque pulsating phase angle is an incorrect judging for a certain reason, having carried out the misjudgment law from the condition of the torque pulsation under torque pulsating amendment as a second best plan is grasped certainly. For this reason, the operation control of the torque pulsating amendment is carried out so that interruption or torque pulsating amendment of normal can be performed, and the shift to a control state by which vibration and the noise are accelerated is eliminated certainly.

[0025] As an example, said compressor is constituted from invention of claim 13 by the rotary system compressor of 1-cylinder structure. the pulsation is exact even if torque pulsation is a large compressor by this -- while being amended and controlling vibration and generating of the noise, a circuit element can be protected from an overcurrent.

[0026]

[Embodiment of the Invention] <the 1st operation gestalt> which explains the operation gestalt of this invention with reference to an accompanying drawing hereafter -- the air conditioner concerning the 1st operation gestalt is explained with reference to drawing 1 -5. This air conditioner is carried out with the application of the compressor drive control unit concerning this invention.

[0027] The partial configuration block Fig. centering on the compressor drive control device 10 of an air conditioner is shown in drawing 1 .

[0028] This compressor drive control unit 10 is equipped with the rectifier circuit 14 to which alternating current power is supplied from AC power supply 12. While parallel connection of the smoothing capacitor 16 is carried out to the outgoing end of this rectifier circuit 14, the inverter 18 as a driving means is connected. This inverter 18 is equipped with the solid state switch group which consists of six diodes by which antiparallel connection was carried out to six transistors and each transistor. The base electrical potential difference of each transistor is controlled by the PWM driver mentioned later by the PWM (Pulse Density Modulation) method.

[0029] Three outgoing ends of an inverter 18 are connected to the brushless DC motor 20. This brushless DC motor 20 is equipped with three armature windings 22 and the magnet rotator 24 by which three-phase-circuit connection was carried out. While connecting with the outgoing end of the inverter 13



which three armature windings 22 mentioned above, respectively, the magnet rotator 4 is directly linked with the shaft of a compressor 26 mechanically.

[0030] The rotary system of 1-cylinder structure is adopted as the compressor 26 with this operation gestalt.

[0031] Moreover, each of three armature windings 22 of a brushless DC motor 20 is electrically connected also to the rotator position transducer 28, and the electrical potential difference by which induction is carried out to each armature winding 22 is detected by this detector 28. The rotator position transducer 28 changes the voltage signal into a rotator location pulse signal, and outputs this to the latter counter 30. A counter 30 counts the edge of a rotator location pulse signal, and outputs the count signal according to the counted value to a controller 32.

[0032] The controller 32 consists of microcomputers equipped with RAM40 in which the writing and read-out of the interface circuitry 34 which bears delivery of a signal and adjustment of signal level, CPU36 which bears the center of this compressor drive control function, ROM38 which stores a program, initial value, etc. beforehand, and data are possible.

[0033] The driver 42 which changes the energization condition of said inverter 18 based on the drive signal and PWM signal which are supplied from said CPU36 is connected to this controller 32.

[0034] Furthermore, this compressor drive control unit 10 is equipped with two current detectors 44 and 46 which perform current detection by non-contact, one side is arranged on the input side of an inverter 18, and another side is arranged on the output side of AC power supply 12. The current detecting signal by two current detectors 44 and 46 is supplied to the controller 32 respectively through A/D converters 48 and 50.

[0035] Furthermore, the controller 32 is connected also to the coil of the four way valve 52 which constitutes the structure of an electromagnetic-control valve through another driver 52. Thereby, it energizes to a four way valve 52, and the connection path can be changed now into an air conditioning cycle or a heating cycle. This four way valve 52 is inserted in the circulatory system which constitutes the refrigerating cycle of a refrigerant, and is connected also with the compressor 26 mentioned above.

[0036] The routine of a publication is contained in the program stored in ROM38 of said controller 32 drawing 2 -3 mentioned later. Functions, such as adjustment processing of the amount of amendments of speed control (namely, operation control of a compressor 26) of the brushless DC motor 20 by PWM, torque pulsating amendment of a compressor 26, and the torque pulsating amendment that constitutes the description of this invention further, are realized by software through these routine processings.

[0037] therefore, some microcomputers [ requirements / for a configuration / except the inside of the requirements for a configuration given in a claim, a brushless DC motor 20, a compressor 26, and a four way valve 54 ] centering on this CPU36 -- an intervention or a complete intervention is realized functionally and it is illustrated by the flow chart by it (also in the below-mentioned 2nd and the 3rd operation gestalt, it is the same). Moreover, ROM38 also accomplishes the record medium for performing the invention in this application.

[0038] Returning to the 1st operation gestalt, both drawing 2 and drawing 3 show the outline of the compressor drive control performed by CPU36. Among this, the Main processing of drawing 2 answers power-source ON, and is started, and the outline of the Main processing performed till power-source OFF repeatedly is shown. Processing of another drawing 3 shows the outline of the timer interruption processing performed by every fixed minute time amount  $\Delta t$  during activation of the Main processing of drawing 2 .

[0039] The outline of the Main processing of drawing 2 is explained. CPU36 performs a predetermined initialization process after the starting (step S1). Subsequently, CPU36 reads the count signal outputted from a counter 30, and detects the current motor rotational speed  $n$ , i.e., the current operation frequency of a compressor 26, based on this count signal (step S2).

[0040] subsequently, the difference (speed difference) of the operation frequency corresponding to [ CPU36 reads the rate command signal with which it is ordered from the outside, and ] this signal, and the current operation frequency  $n$  -- calculating -- this difference -- the rotational-speed command value  $VP$  according to a value is calculated (step S3).

[0041] Then, CPU36 judges whether it is  $n \leq N$  about the current operation frequency  $n$  and the torque pulsating amendment upper limited frequency  $N$  set up beforehand (step S4). If a compressor 26 is operated on a low frequency, since vibration and the noise will generally become large therefore at pulsation of that torque, in order to control this vibration and the control range of the noise, the torque pulsating amendment upper limited frequency  $N$  is set up. That is, this torque pulsating amendment upper limited frequency  $N$  is the maximum frequency (the maximum rotational speed) which performs torque pulsating amendment, and

it specifies performing torque pulsating amendment in a frequency range lower than this value.

[0042] When decision of this step S4 has become NO, i.e.,  $n > N$ , processing of the following step S5 is skipped and it is one of these, and this decision recognizes it as it being the predetermined low frequency range, when YES, i.e.,  $n \leq N$ , is materialized, and it shifts to step S5. In this step, CPU36 reads the present amount SC of torque pulsating amendments updated by abbreviation real time by processing of drawing 3 mentioned later from the predetermined storage region in RAM40.

[0043] Subsequently, an operation, the read rotational-speed command value VP, and the total rotational-speed command value V based on the amount SC of torque pulsating amendments are calculated at two above-mentioned steps (step S6). And CPU36 is outputting the drive signal according to this total command value V, and an PWM signal to a driver 42, and orders it rotational-speed control of a brushless DC motor 20 to a driver 42 (step S7). Thereby, since a driver 42 carries out PWM control of the duty ratio of the energization in an inverter 18 according to the command value V, the rotational speed of a motor 20, i.e., the operation frequency of a compressor 26, is controlled by the value corresponding to the command value V.

[0044] After the command of this rotational-speed control finishes, CPU36 performs halt control (step S8). That is, if it judges whether the predetermined condition precedent was satisfied and these conditions are satisfied, the command which a rotation halt of a brushless DC motor 20 takes is performed to a driver 42, and when a condition precedent is not satisfied, on the other hand, the processing returned and mentioned above to step S2 will be repeated.

[0045] On the other hand, timer interruption processing of drawing 3 is performed by every fixed time amount  $\Delta t$  while Maine processing of drawing 2 is performed. If this interrupt processing starts, CPU36 will detect a current rotational speed (namely, the current operation frequency  $n$  of a compressor) of a brushless motor 20 from the count signal of a counter 30 (step S11). Subsequently, it judges whether it is  $n \leq N$  ( $N$ : torque pulsating amendment upper limited frequency) about this operation frequency  $n$  (step S12). It returns to the Maine processing the case of NO, i.e.,  $n > N$ , by this decision, without doing anything.

[0046] However, when decision of YES, i.e., the conditions of  $n \leq N$ , is materialized and the operation frequency  $n$  is in a low field, subsequently processing which adjusts and memorizes the amount SC of torque pulsating amendments according to the operation frequency  $n$  is performed (step S13). Renewal of this amount SC of amendments is performed with reference to the table made to have memorized beforehand as an example in the predetermined storage region of ROM38.

[0047] The example of this table is shown in drawing 4 and drawing 5. Both both drawings took the operation frequency  $n$  along the axis of abscissa, the amount SC of torque pulsating amendments is taken along the axis of ordinate, and the data corresponding to this graph are beforehand memorized as a table. According to the graph of the amount SC of torque amendments of drawing 4, if the operation frequency  $n$  reaches constant value, it will start to the amount of the maximum amendments, and will decrease linearly to the torque pulsating amendment upper limited frequency  $N$  after that. On the other hand, if the operation frequency  $n$  reaches constant value, the graph of the amount SC of torque amendments of drawing 5 will start to the amount of the maximum amendments, and will decrease gradually to the torque pulsating amendment upper limited frequency  $N$  after that.

[0048] It is arbitrary whether drawing 4 or which amount curve of amendments of drawing 5 is adopted. Moreover, the renewal of this amount SC of amendments may solve and ask for the operation expression which does not necessarily need to take the configuration for which it asks by refer to the table, for example, makes the operation frequency  $n$  a function each time.

[0049] For this reason, even if it depends on drawing 4 or which amount curve of amendments of drawing 5, an updating setup of the amount SC of amendments which becomes so small that the present operation frequency  $n$  becomes high is carried out in detail. Naturally, if the operation frequency  $n$  becomes low, an updating setup of the amount SC of amendments will be carried out at a high value.

[0050] After renewal of this amount SC of amendments finishes, subsequent processing is returned to the Maine processing. Therefore, the amount SC of amendments called in the Maine processing mentioned above is mostly set as the value which always reflected the height of the operation frequency  $n$  at the time by real time.

[0051] For this reason, if it is in the rotational-speed control at the time of  $n \leq N$  performed through step S7 of drawing 2 The PWM duty ratio based on difference with the rate command signal and the current operation frequency which are supplied from the outside Only the rate equivalent to the amount SC of torque pulsating amendments which raised only the rate equivalent to the amount SC of torque pulsating



amendments adjusted like the above-mentioned with the specific phase under Rota 1 rotation, or was adjusted like the above-mentioned with the specific phase is downed.

[0052] The current beyond the allowed value of an inverter becomes easy to flow, so that an operation frequency will become high if torque pulsation is amended in the amount of amendments always same like the former to the increment in an operation frequency since the input current of an inverter will generally increase, if a motor engine speed (compressor operation frequency) becomes high.

[0053] However, with this operation gestalt, even if an operation frequency changes like before, the amount of torque pulsating amendments is reduced continuously (refer to drawing 4 ) or gradually (refer to drawing 5 ) as the controlling method for always rising or bringing down a duty ratio at same fixed rate is not taken, but are mentioned above and an operation frequency rises.

[0054] For this reason, even if load torque therefore becomes large at environmental variations, such as ambient temperature which is operating the compressor 26, for example, and current pulsation of the coil of a motor 20 becomes large, the condition of saying that the input current of an inverter 18 exceeds that allowable-current value in instant can be prevented almost certainly. Therefore, burning, a damage, etc. of the circuit element of an inverter 18 which are based on an instant-current can be prevented almost certainly, and, thereby, reinforcement of the inverter itself can be attained.

[0055] Although vibration of a compressor 26 and the noise appear so notably that an operation frequency is low, though it is the low operation frequency domain of  $n \leq N$ , since the amount of amendments is preponderantly decreased with the operation frequency of the higher one in the field with this operation gestalt, the effectiveness of torque pulsating amendment as the whole is hardly influenced. Therefore, in parallel to control of an above-mentioned inverter current, exact torque pulsating amendment equivalent to the former can be demonstrated effectively, and the vibration and the noise resulting from a compressor can also be controlled certainly.

[0056] <the 2nd operation gestalt> -- the air conditioner concerning the 2nd operation gestalt is explained with reference to drawing 6 -9. The air conditioner concerning this operation gestalt is equipped with the compressor drive control unit 10 of a configuration of being shown in drawing 1 mentioned above, and that hard configuration is the same as the thing of the 1st operation gestalt.

[0057] According to this 2nd operation gestalt, CPU36 of a controller 32 is performed still more nearly additionally by timer interruption processing which shows the operation control relevant to the renewal of the amount of torque pulsating amendments, and torque pulsating amendment to drawing 6 , although processing shown in drawing 2 and drawing 3 which were mentioned above as that Maine processing is performed. That is, in addition to the function demonstrated with the 1st operation gestalt, with this 2nd operation gestalt, the function by the processing shown in drawing 6 is also obtained.

[0058] Timer interruption processing of drawing 6 is performed by every fixed time amount  $\Delta t$ . If processing of this drawing 6 starts, the current detecting signal from the current detector 44 will be read, the input current  $i$  of an inverter 18 will be detected, and that peak value  $i_p$  will calculate CPU36 (steps S20 and S21).

[0059] Subsequently, it judges whether this peak value  $i_p$  is  $i_p \geq i_{th}$  to the threshold  $i_{th}$  beforehand set up corresponding to the allowable-current value of an inverter 18 (step S22). When it judges that CPU36 is NO, i.e.,  $i_p < i_{th}$ , at this step, that processing is returned to the Maine processing as it is.

[0060] However, when it has been recognized as YES, i.e.,  $i_p \geq i_{th}$ , being materialized, processing which reduces the amount SC of torque pulsating amendments according to an increased part of the inverter input current  $i$  is performed (step S23). This processing is performed by referring to the storage table for example, in ROM38 beforehand set up as shown in drawing 7 . The value of the whole amount SC of amendments is reduced, so that an inverter input current becomes large, while the amount SC of amendments falls with the increment in the operation frequency  $n$  like property \*\*\*\*\* of the amount SC of torque pulsating amendments of this drawing, and the 1st operation gestalt. For this reason, if the inverter input current  $i$  increases even if it is the same operation frequency  $n$ , an updating setup will be carried out at the amount SC of torque pulsating amendments in which only the value corresponding to that increment was reduced.

[0061] In addition, the data referred to at this step S23 are only the relation between the inverter input current  $i$  and the amount SC of torque pulsating amendments among the properties shown in drawing 7 (the relation between the operation frequency  $n$  and the amount SC of torque pulsating amendments is already referred to by the processing of drawing 3 mentioned above).

[0062] After this updating setup, again, CPU36 detects the inverter input current  $i$ , calculates that peak value  $i_p$ , and judges whether peak value  $i_p$  fell beyond the predetermined value further (steps S24-S26). When this

decision serves as YES (peak value  $i_p$  fell beyond the predetermined value). Since torque pulsating amendment will have started in the amount of amendments smaller than the amount of torque pulsating amendments in the operation frequency before performing processing which reduces the amount of amendments according to an inverter input current at the time CPU36 issues the command only the part equivalent to the amount fall of amendments makes [ command ] an operation frequency raise [ command ] (that is, only the part equivalent to the amount fall of amendments gathers the rotational speed of a motor). Thereby, as shown in drawing 8 , an operation frequency rises and vibration of a compressor 26 and the noise are controlled.

[0063] Generally, subsequently in consideration of such a condition not being what is improved in an instant, CPU36 forbids operation with the value below the lowest frequency which can be operated in the amount of torque pulsating amendments at the time between the times of next compressor starting (step S28: refer to drawing 8 ). The situation which lapses into "the down of an operation frequency, the increment in current pulsation, reduction of the amount of torque pulsating amendments, the rise of an operation frequency and a fall of the pulsating current", and the hunting phenomenon to revolve by this is avoidable. After step S28 returns to the Main processing.

[0064] Even if it reduces the amount of torque pulsating amendments according to the increment in NO, i.e., an inverter input current, at step S26 mentioned above, when it is judged on the other hand that the peak value of an inverter input current does not fall, CPU36 issues the interruption command of torque pulsating amendment (step S29). Subsequently, the inverter input current  $i$  is detected, the peak value  $i_p$  is calculated, and it judges whether peak value  $i_p$  fell beyond the predetermined value further (steps S30-S32). When this decision serves as YES (peak value  $i_p$  fell beyond the predetermined value), in order to suppress that the vibration and the noise from a compressor therefore increase to interruption of torque pulsating amendment, an operation frequency is made to raise to the torque pulsating control upper limited frequency  $N$  so that it may illustrate to drawing 9 (step S33). Then, it returns to the Main processing.

[0065] On the other hand, when not falling so that an inverter input current may consider even if it interrupts NO, i.e., torque pulsating amendment, for step S32, CPU36 performs the command made to interrupt the operation of a compressor itself (step S34). Then, it returns to the Main processing.

[0066] In addition, the operation frequency rise in steps S27 and S33 mentioned above is coped with by updating the command value  $V$  used by processing of drawing 2 , and the command of the operation control in steps S28, S29, and S34 is coped with by updating the parameter reflected in rotational-speed control of step S7 of drawing 2 .

[0067] Thus, according to this operation gestalt, it is based on the load of a brushless DC motor 20 being large, and even when torque pulsating amendment from which the amount of amendments changes according to the operation frequency  $n$  by the 1st operation gestalt is performed, the input current of an inverter 18 can sense beforehand the condition that the allowed value is likely to be exceeded, and can still prevent it. That is, if an inverter input current becomes large, since the amount of torque pulsating amendments will be decreased, an inverter 18 can be prevented almost certainly from the destruction based on an excessive current.

[0068] In addition, therefore, since operation controls, such as interruption of torque pulsating amendment and the cessation of operation of a compressor, are performed when an inverter input current does not still decline beyond a request value, even if it reduces the amount of amendments according to the increment in this inverter input current, a duplex and three-fold protection feature can be given to a certain situation. Thereby, an inverter 18 and its circumference circuit can be defended from the destruction based on an excessive current much more certainly.

[0069] In addition, in this 2nd operation gestalt, the object signal when carrying out reduction processing of the amount of amendments at step S23 of drawing 6 may be the operation current (set current) of an air conditioner, for example, without being limited to an inverter input current. What is necessary is just to detect this operation current like the above-mentioned from the current detecting signal by the current detector 46 by the side of the AC power supply shown in drawing 1 . As this operation current becomes large, and shown, for example in drawing 1010 , same control can be performed by calculating the amount  $SC$  of torque pulsating amendments by the table reference method or the operation.

[0070] <the 3rd operation gestalt> -- the air conditioner concerning the 3rd operation gestalt is explained with reference to drawing 10 -13. The air conditioner concerning this operation gestalt is equipped with the compressor drive control unit 10 of a configuration of being shown in drawing 1 mentioned above, and that hard configuration is the same as the thing of the 1st operation gestalt.

[0071] The compressor drive control device concerning this 3rd operation gestalt has the description in the control which regulates starting of a brushless DC motor 20, the energization change of a four way valve 54, and the timing of a judgment of a torque pulsating phase angle, and the operation control relevant to this.

[0072] By CPU36 of a controller 32, while processing shown partially is performed by drawing 11 as a part of initialization process in connection with step S1 of drawing 1, specifically, timer interruption processing of every minute time amount  $\Delta t$  shown in drawing 12 as an operation control is performed.

[0073] According to processing of drawing 11, CPU36 changes the energization to a four way valve 54 first, and is made to move it to a stable passage location as an example (refer to (a) in drawing 13: step S1a, S1b). Subsequently, a brushless DC motor 20 is started (step S1 c S1d). And the phase angle judging of torque pulsating amendment is performed after this (step S1e). Generally, since a phase angle judging is performed immediately after starting of a motor, it is a sequence according to it also here.

[0074] Thereby, as shown in drawing 13, the energization to a four way valve is changed first, and after being stabilized, a brushless DC motor 20 is started. And it goes into the judgment of a torque pulsating phase angle, after carrying out predetermined time progress. Therefore, like before, a four way valve 26 is operated during the phase angle judging of torque pulsating amendment, turbulence arises in the torque fluctuation under 1 rotation, and the situation of it becoming impossible for the speed difference between the large rotation phase of torque and the small rotation phase of torque to judge correctly can be prevented.

[0075] In addition, after the phase angle judging of torque pulsating amendment is completed, energization for the location change of a four way valve 54 may be performed (refer to (b) in drawing 13).

[0076] On the other hand, according to processing given in drawing 12 R> 2 performed by the timer interruption method, CPU36 detects the present operation frequency  $n$ , and judges whether it is  $n \leq N$  (steps S41 and S42). Although it returns to the Main processing as it is when this decision is NO ( $n > N$ ), at the time of YES ( $n \leq N$ ), processing of steps S43-S46 is performed succeeding.

[0077] That is, when torque pulsating amendment is started, the time amount which passes through the phase section which is performing torque pulsating amendment is detected, and the average condition of the time amount is searched for (steps S43-S46).

[0078] Subsequently, based on the calculated average condition, it judges whether torque pulsation decreased by having performed torque pulsating amendment (step S47). Since the phase angle judging of torque pulsating amendment is mistaken when distributing, without averaging temporarily the time amount which passes through this phase section (it is NO at step S47), a parameter is set up that torque pulsating amendment should be interrupted (step S48). And operation below the torque pulsating amendment upper limited frequency  $N$  is forbidden, and a parameter is controlled to operate on the frequency exceeding upper limited frequency  $N$  (step S49). It may replace with processing of this step S49, and processing which redoes the phase angle judging of torque pulsating amendment may be performed.

[0079] Thus, since the timing of a phase angle judging of torque pulsating amendment is rationalized, the success or failure of the phase angle judging carries out a check further and it can provide to the operation-control method in the case of being deficient, in addition to the operation effectiveness equivalent to the operation gestalt mentioned above, the effectiveness that torque pulsating amendment can be carried out with a stably more sufficient precision is acquired.

[0080] In addition, in drawing 4 and 7 or 10 operation gestalten, the amount of torque pulsating amendments adjusted with the rise of the operation frequency of a compressor always changes at a fixed rate, without depending on change of the operation frequency, although set up like (the inclination of the amount of amendments is fixed) The relation of change to the operation frequency and the amount of torque pulsating amendments concerning this invention is not necessarily limited to this, and as shown in drawing 14 (a) - (c), it may be changed. That to which the relation shown in this drawing (a) reduced exponentially the reduction rate of the amount of torque pulsating amendments as the operation frequency rose, and the relation shown in this drawing (b) What was reduced in reverse exponential function, and the relation further shown in this drawing (c) are finished with near the start of a rise of an operation frequency, it is the neighborhood and the reduction rate of the amount of torque pulsating amendments is especially enlarged as an operation frequency rises the reduction rate of the amount of torque pulsating amendments. The frequency characteristics of vibration of a compressor etc. respond, these properties can be chosen suitably, and, thereby, its degree of freedom of a design increases.

[0081] Furthermore, if it was in the above-mentioned operation gestalt, the controller 32 constituted the microcomputer as that main element, but this controller can also be constituted combining sequential circuits, such as a digital circuit, and a relay, a switching device, so that an equivalent function may be given with

having mentioned above.

[0082] Each operation gestalt mentioned above and its modification are mere instantiation, and it does not mean limiting the range of this invention. The range of this invention cannot be decided according to the publication of a claim, and can carry out various compressor drive control units of a mode, an air conditioner, and a record medium in the range which does not deviate from the range of this invention.

[0083]

[Effect of the Invention] As explained above, while according to the compressor drive control device and air conditioner concerning the invention in this application demonstrating torque pulsating amendment within the allowed value of the input current of the driving means of an inverter etc. to the maximum extent and controlling vibration and the noise effectively, a device, burning of passive circuit elements, etc. which are based on an overcurrent can be prevented certainly, and the equipment whose engine performance was stable from the high life can be offered. Moreover, this is accompanied, and since the control means on operation which controls the current inputted into a driving means is given, reliable equipment can be offered.

[0084] Moreover, the incorrect judging of a torque pulsating phase angle can be prevented, the judgment result of a more positive torque pulsating phase angle can be obtained, and exact torque pulsating amendment can be performed according to this. Furthermore, even when a torque pulsating phase angle is an incorrect judging for a certain reason, the shift to a control state by which vibration and the noise are accelerated can be certainly eliminated as a second best plan.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the electric outline configuration of the compressor drive control device of an air conditioner concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] The outline flowchart which shows the Main processing performed by CPU in the 1st operation gestalt.

[Drawing 3] The outline flowchart of the timer interruption processing which shows an update process of the amount of torque pulsating amendments performed by CPU in the 1st operation gestalt.

[Drawing 4] The graph which shows an example of the relation between an operation frequency and the amount of torque pulsating amendments.

[Drawing 5] The graph which shows another example about the relation between an operation frequency and the amount of torque pulsating amendments.

[Drawing 6] The outline flowchart of the timer interruption processing shown focusing on an update process of the amount of torque pulsating amendments performed by CPU in the 2nd operation gestalt.

[Drawing 7] An operation frequency, an inverter input current, and the graph that shows an example of the relation of the amount of torque pulsating amendments.

[Drawing 8] Drawing showing an example of time amount change of the amount of torque pulsating amendments.

[Drawing 9] Drawing showing another example of time amount change of the amount of torque pulsating amendments.

[Drawing 10] The operation frequency concerning a modification, a set operation current, and the graph that shows an example of the relation of the amount of torque pulsating amendments.

[Drawing 11] The outline flowchart of the processing performed as a part of initialization process by CPU in

the 3rd operation gestalt.

[Drawing 12] The outline flowchart of the timer interruption processing which shows the operation control performed by CPU in the 3rd operation gestalt.

[Drawing 13] Drawing showing an example of time amount change from starting to torque pulsating amendment.

[Drawing 14] The graph which shows another example of the relation between an operation frequency and the amount of torque pulsating amendments.

[Description of Notations]

10 Compressor Drive Control Unit

18 Inverter

20 Brushless DC Motor

26 Compressor

28 Rotator Position Transducer

30 Counter

32 Controller

36 CPU

38 ROM

40 RAM

42 PWM Driver

44 46 Current detector

48 50 A/D converter

52 Driver

54 Four Way Valve

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-119981

(P2001-119981A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 2 P 6/10		F 0 4 B 49/06	3 4 1 G 3 H 0 4 5
F 0 4 B 49/06	3 4 1	F 2 4 F 11/02	1 0 2 E 3 L 0 6 0
F 2 4 F 11/02	1 0 2	F 2 5 B 1/00	3 6 1 D 5 H 5 6 0
F 2 5 B 1/00	3 6 1	H 0 2 P 7/63	3 0 2 F 5 H 5 7 6
H 0 2 P 6/08		6/02	3 5 1 G

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-290247

(22) 出願日 平成11年10月12日 (1999.10.12)

(71) 出願人 399023877

東芝キャリア株式会社

東京都港区芝浦1丁目1番1号

(72) 発明者 宮崎 浩

静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア  
株式会社内

(72) 発明者 神戸 崇幸

静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア  
株式会社内

(74) 代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

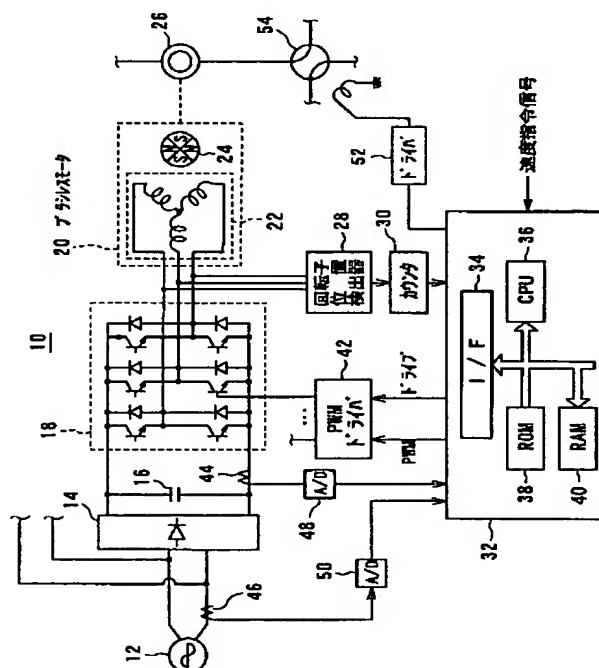
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンプレッサ駆動制御装置及び空気調和機

(57) 【要約】

【課題】 インバータ入力電流の許容値内でトルク脈動補正を最大限に発揮させて振動や騒音を効果的に抑制し、且つ機器や回路部品の焼損などを確実に防止する。

【解決手段】 コンプレッサ26を回転させるブラシレスDCモータ20と、モータ20をPWM (パルス幅変調) 方式で駆動する駆動手段(18、42、32)、コンプレッサ26の運転周波数が一定値以下のときにブラシレスDCモータへの1回転中の通電デューティを所定電気角毎に補正する手段(28、30、32)とを備えたコンプレッサ駆動制御装置10である。この装置は、コンプレッサ26の運転周波数が大きくなるにつれてトルク脈動補正の補正量を低下させる手段(32)を備える。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンプレッサを回転させるブラシレスDCモータと、このブラシレスDCモータをPWM（パルス幅変調）方式で駆動する駆動手段と、前記コンプレッサの運転周波数が一定値以下のときに前記ブラシレスDCモータへの1回転中の通電デューティを所定電気角毎に補正するトルク脈動補正手段とを備えたコンプレッサ駆動制御装置において、

前記トルク脈動補正手段により実行されるトルク脈動補正の補正量を前記運転周波数に応じて調整する補正量調整手段を備えたことを特徴とするコンプレッサ駆動制御装置。

【請求項2】 前記補正量調整手段は、前記運転周波数が大きくなるにつれて前記補正量を低下させる手段であることを特徴とする請求項1記載のコンプレッサ駆動制御装置。

【請求項3】 前記補正量調整手段は、前記運転周波数が大きくなるにつれて一定の割合で前記補正量を低下させる手段であることを特徴とする請求項2記載のコンプレッサ駆動制御装置。

【請求項4】 前記駆動手段はインバータを備える一方で、

前記補正量調整手段は、

前記インバータに流れる電流のリップルのピーク値を検出する検出手段と、

この検出手段により検出される電流リップルのピーク値に応じて前記補正量を調整する調整手段とを備えたことを特徴とする請求項1記載のコンプレッサ駆動制御装置。

【請求項5】 コンプレッサを回転させるブラシレスDCモータと、このブラシレスDCモータをPWM（パルス幅変調）方式で駆動する駆動手段と、前記コンプレッサの運転周波数が一定値以下のときに前記ブラシレスDCモータへの1回転中の通電デューティを所定電気角毎に補正するトルク脈動補正手段とを備えたコンプレッサ駆動制御装置を搭載した空気調和機において、

前記コンプレッサ駆動制御装置は、この空気調和機に通電される交流電流の値を検出する電流値検出手段と、

前記トルク脈動補正手段により実行されるトルク脈動補正の補正量を前記電流値検出手段により検出される交流電流値に応じて調整する補正量調整手段とを備えたことを特徴とする空気調和機。

【請求項6】 前記駆動手段はインバータを備える一方で、

このインバータに流れる電流のリップルのピーク値を検出するリップルピーク値検出手段と、

このリップルピーク値検出手段により検出されるピーク値が上限の所定値に達したときに前記トルク補正量を減らし、このピーク値がその所定値よりも一定値だけ低下した低下状態か否かを判断し、前記低下状態になったと

判断されたときに前記運転周波数が上昇するように前記ブラシレスモータを駆動させる運転制御手段とを備えたことを特徴とする請求項5に記載の空気調和機。

【請求項7】 前記駆動手段はインバータを備える一方で、

このインバータに流れる電流のリップルのピーク値を検出するリップルピーク値検出手段と、

前記トルク脈動補正手段により前記補正量を低下させてトルク脈動の補正がなされたときに前記リップルピーク値検出手段により検出されるリップルピーク値が低下したか否かを判定する第1の判断手段と、

この第1の判断手段により前記電流リップルピーク値が低下しないと判断されたときに前記トルク脈動補正手段によるトルク脈動補正を中断させる中断指令手段と、

この補正中断の後、前記リップルピーク値検出手段により検出される電流リップルピーク値が低下したか否かを判断する第2の判断手段と、

この第2の判断手段により前記電流リップルピーク値が低下したと判断されたときに前記運転周波数を上昇させて前記一定値を超えた値になるように前記ブラシレスDCモータを駆動させる運転制御手段とを備えたことを特徴とする請求項5記載の空気調和機。

【請求項8】 前記第2の判断手段により前記電流リップルピーク値が低下しないと判断されたときに前記コンプレッサの運転を中断すべく前記ブラシレスDCモータの回転を中断させる中断指令手段を備えたことを特徴とする請求項7記載の空気調和機。

【請求項9】 前記運転制御手段は、前記コンプレッサの次の運転開始まで前記一定値以下での運転を禁止する禁止手段を有したことを特徴とする請求項7記載の空気調和機。

【請求項10】 四方弁に接続されたコンプレッサに直結され且つ当該コンプレッサを可変速駆動するブラシレスDCモータと、このブラシレスDCモータをPWM（パルス幅変調）方式で駆動する駆動手段と、前記コンプレッサの負荷トルクの脈動位相を検出する位相検出手段とを備えたコンプレッサ駆動制御装置を搭載した空気調和機において、

前記コンプレッサ駆動制御装置は、前記位相検出手段が負荷トルクの脈動位相を検出している期間には前記四方弁の通電状態の変更を禁止する通電禁止手段を備えたことを特徴とする空気調和機。

【請求項11】 前記コンプレッサ駆動制御装置は、前記四方弁に通電を行って当該四方弁の位置を安定させる通電手段と、この通電手段の通電による位置安定後に前記ブラシレスDCモータを起動させる起動手段と、この起動後に前記位相検出手段を作動させる作動指令手段とを備えたことを特徴とする請求項10記載の空気調和機。

【請求項12】 コンプレッサに直結され且つ当該コン

プレッサを可変速駆動するブラシレスDCモータと、このブラシレスDCモータをPWM（パルス幅変調）方式で駆動する駆動手段とを備え、前記コンプレッサの運転周波数が一定値以下のときに前記ブラシレスDCモータへの1回転中の通電デューティを所定電気角毎に補正するようにしたコンプレッサ駆動制御装置において、前記トルク脈動補正を行ってもトルク脈動が減少しない場合、そのトルク脈動補正を中断させ、且つ前記コンプレッサがその次の運転まで前記一定値以下の運転周波数による運転を禁止されるように前記ブラシレスDCモータの駆動を制御する運転制御手段を備えたことを特徴とするコンプレッサ駆動制御装置。

【請求項13】 前記コンプレッサは、1シリンダ構造のロータリ式コンプレッサであることを特徴とする請求項1乃至3、又は12の何れか一項に記載のコンプレッサ駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンプレッサの運転に伴って発生するトルクの脈動を抑制するようにしたコンプレッサ駆動装置とこの装置を搭載した空気調和機に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、空気調和機においては、例えば特公平4-36000号、特公平6-48916号、特開平10-174488号、及び特開平11-46493号に見られる如く、ブラシレスDCモータ（無整流子直流電動機）を回転させてコンプレッサを駆動するコンプレッサ駆動制御装置が多用されている。

【0003】コンプレッサとしては、1シリンダ構造又は2シリンダ構造のロータリ式の圧縮機構を備えたコンプレッサがあり、このコンプレッサの圧縮機構にブラシレスDCモータの回転軸が直結される。このモータは、モータ駆動装置を成すインバータによりPWM（パルス幅変調）方式で回転駆動されるので、モータの回転と一体にコンプレッサも回転運転される。

【0004】このコンプレッサ、とくに、1シリンダ構造のコンプレッサはその運転に伴うトルクの脈動が大きい。この脈動は室外機からの振動や騒音をもたらすので、通常、モータ1回転中の特定位相区間の電圧の通電率（デューティ）を可変し、トルクの脈動を抑制するトルク脈動補正が実施されている。

【0005】また、このトルク脈動補正に際し、トルク脈動位相角の判定が行われる。コンプレッサは冷媒流路切換用の電磁制御弁としての四方弁に接続されているが、モータ起動時に四方弁への通電を切り替え、モータ起動直後にトルク脈動位相角の判定を行っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のトルク脈動補正にあっては、この補正を実施す

ると、モータ巻線電流が大きく脈動し、モータ駆動装置、すなわちインバータの入力電流にも脈動を生じ、そのピーク値が大きくなる傾向がある。このため、室内外の温度や設定温度、及びその他の環境条件に応じて、かかるピーク値がインバータの許容範囲を超えてしまうことがある。このような逸脱が生じると、機器や回路部品が焼損したり、耐寿命性を低下させてしまうという問題が発生する。

【0007】また、前述したモータ起動、四方弁への通電、及びトルク脈動位相角判定のタイミング関係によれば、かかる判定中に四方弁が動作することがある。そのような事態に至ると、1回転中のトルク変動が乱れて、トルクの大きい回転位相とトルクの小さい回転位相の速度差が正確に求めることができない。つまり、トルク位相角が正確に判定されず、誤判定に陥るという問題が発生する。

【0008】本発明は、上述した従来技術の問題に鑑みてなされたもので、インバータ（モータ駆動装置）の入力電流の許容値内でトルク脈動補正を最大限に発揮させて振動や騒音を効果的に抑制するとともに、機器や回路部品の焼損などを確実に防止することを、その第1の目的とする。

【0009】また、トルク脈動位相角の誤判定を防止し、より確実なトルク脈動位相角の判定結果を得て、これに応じて的確なトルク脈動補正を行うことを、第2の目的とする。

【0010】さらに、何らかの理由により、トルク脈動位相角が誤判定になってしまった場合でも、次善の策として、トルク脈動補正中のトルク脈動の状態から誤判定したことを確実に把握して、トルク脈動補正を中断又は正規のトルク脈動補正を行えるように運転制御し、振動や騒音が加速されるような制御状態への移行を確実に排除することを、その第3の目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上述した第1の目的を達成するため、請求項1の発明によれば、コンプレッサを回転させるブラシレスDCモータと、このブラシレスDCモータをPWM（パルス幅変調）方式で駆動する駆動手段と、前記コンプレッサの運転周波数が一定値以下のときに前記ブラシレスDCモータへの1回転中の通電デューティを所定電気角毎に補正するトルク脈動補正手段とを備えたコンプレッサ駆動制御装置において、前記トルク脈動補正手段により実行されるトルク脈動補正の補正量を前記運転周波数に応じて調整する補正量調整手段を備えたことを特徴とする。

【0012】このため、トルク脈動補正手段により、コンプレッサの運転に起因した低い運転周波数領域での振動や騒音が抑制される。同時に、補正量調整手段によって、従来のようにコンプレッサの運転周波数が変わっても一定の脈動補正量を維持する場合とは異なり、その運

転周波数に応じた補正量に調整されるので、駆動手段の回路要素を過電流から確実に保護できる。この具体的態様の一部は、以下のように展開して提供することができる。

【0013】好適には、請求項2の発明の如く、前記補正量調整手段は、前記運転周波数が大きくなるにつれて前記補正量を低下させる手段である。例えば、請求項3の発明の如く、前記補正量調整手段は、前記運転周波数が大きくなるにつれて一定の割合で前記補正量を低下させる手段であることが望ましい。

【0014】また請求項4の発明によれば、前記駆動手段はインバータを備える一方で、前記前記補正量調整手段は、前記インバータに流れる電流のリップルのピーク値を検出する検出手段と、この検出手段により検出される電流リップルのピーク値に応じて前記補正量を調整する調整手段とを備える。

【0015】一方、前記第1の目的を達成するため、請求項5の発明によれば、請求項1記載のものと同様のコンプレッサ駆動制御装置を備えた空気調和機が提供される。この空気調和機は、前記コンプレッサ駆動制御装置は、この空気調和機に通電される交流電流の値を検出する電流値検出手段と、前記トルク脈動補正手段により実行されるトルク脈動補正の補正量を前記電流値検出手段により検出される交流電流値に応じて調整する補正量調整手段とを備えている。

【0016】とくに、請求項6の発明に係る空気調和機によれば、前記駆動手段はインバータを備える一方で、このインバータに流れる電流のリップルのピーク値を検出するリップルピーク値検出手段と、このリップルピーク値検出手段により検出されるピーク値が上限の所定値に達したときに前記トルク補正量を減らし、このピーク値がその所定値よりも一定値だけ低下した低下状態か否かを判断し、前記低下状態になったと判断されたときに前記運転周波数が上昇するように前記ブラシレスモータを駆動させる運転制御手段とを備える。

【0017】また、請求項7の発明に係る空気調和機によれば、前記駆動手段はインバータを備える一方で、このインバータに流れる電流のリップルのピーク値を検出するリップルピーク値検出手段と、前記トルク脈動補正手段により前記補正量を低下させてトルク脈動の補正がなされたときに前記リップルピーク値検出手段により検出されるリップルピーク値が低下したか否かを判定する第1の判断手段と、この第1の判断手段により前記電流リップルピーク値が低下しないと判断されたときに前記トルク脈動補正手段によるトルク脈動補正を中断させる中断指令手段と、この補正中断の後、前記リップルピーク値検出手段により検出される電流リップルピーク値が低下したか否かを判断する第2の判断手段と、この第2の判断手段により前記電流リップルピーク値が低下したと判断されたときに前記運転周波数を上昇させて前記一

定値を超えた値になるように前記ブラシレスDCモータを駆動させる運転制御手段とを備える。

【0018】さらに、請求項8の発明に係る空気調和機によれば、前記第2の判断手段により前記電流リップルピーク値が低下しないと判断されたときに前記コンプレッサの運転を中断すべく前記ブラシレスDCモータの回転を中断させる中断指令手段を備える。請求項9記載の発明ではとくに、前記運転制御手段は、前記コンプレッサの次の運転開始まで前記一定値以下の運転を禁止する禁止手段を有したことを特徴とする。

【0019】このように構成することで、例えば、駆動手段（例えばインバータ）の入力電流、空気調和機の入力電流（エアコンセット電流）、モータ回転速度（運転周波数）が増加すると、トルク脈動補正の補正量が低減される。したがって、駆動手段の入力電流の許容値内でトルク脈動補正を最大限に発揮させて振動や騒音を効果的に抑制するとともに、機器や回路部品の焼損などを確実に防止することができる。また、装置の長寿命化を図ることもできる。

【0020】一方、前述した本発明の第2の目的を達成するため、請求項10の発明によれば、四方弁に接続されたコンプレッサに直結され且つ当該コンプレッサを可変速駆動するブラシレスDCモータと、このブラシレスDCモータをPWM（パルス幅変調）方式で駆動する駆動手段と、前記コンプレッサの負荷トルクの脈動位相を検出する位相検出手段とを備えたコンプレッサ駆動制御装置を搭載した空気調和機において、前記コンプレッサ駆動制御装置は、前記位相検出手段が負荷トルクの脈動位相を検出している期間には前記四方弁の通電状態の変更を禁止する通電禁止手段を備えたことを特徴とする。

【0021】例えば、請求項11の発明によれば、前記コンプレッサ駆動制御装置は、前記四方弁に通電を行って当該四方弁の位置を安定させる通電手段と、この通電手段の通電による位置安定後に前記ブラシレスDCモータを起動させる起動手段と、この起動後に前記位相検出手段を作動させる作動指令手段とを備える。

【0022】これにより、四方弁への通電切替とトルク脈動位相角の判定とを同時に行わないようにでき、トルク脈動位相角の誤判定を防止できる。したがって、より確実なトルク脈動位相角の判定結果をもたらすことができ、この判定結果を反映して的確なトルク脈動補正を行うことができる。

【0023】さらに、前述した本発明の第3の目的を達成するため、請求項12記載の発明によれば、上述と同様の構成のコンプレッサ駆動制御装置において、トルク脈動補正を行ってもトルク脈動が減少しない場合、そのトルク脈動補正を中断させ、且つ前記コンプレッサがその次の運転まで前記一定値以下の運転周波数による運転を禁止されるように前記ブラシレスDCモータの駆動を制御する運転制御手段を備えたことを特徴とする。

【0024】この結果、何らかの理由により、トルク脈動位相角が誤判定になってしまった場合でも、次善の策として、トルク脈動補正中のトルク脈動の状態から誤判定したことが確実に把握される。このため、トルク脈動補正を中断又は正規のトルク脈動補正を行えるように運転制御され、振動や騒音が加速されるような制御状態への移行は確実に排除される。

【0025】一例として、請求項13の発明では、前記コンプレッサは、1シリンダ構造のロータリ式コンプレッサで構成される。これにより、トルク脈動が大きいコンプレッサであっても、その脈動が的確の補正され、振動や騒音の発生が抑制されるとともに、過電流から回路要素を保護できる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態を、添付図面を参照して説明する

<第1の実施形態>第1の実施形態に係る空気調和機を図1～5を参照して説明する。この空気調和機は、本発明に係るコンプレッサ駆動制御装置を適用して実施されている。

【0027】図1に、空気調和機のコンプレッサ駆動制御装置10を中心とした部分的な構成ブロック図を示す。

【0028】このコンプレッサ駆動制御装置10は、交流電源12から交流電力が供給される整流回路14を備える。この整流回路14の出力端には平滑コンデンサ16が並列接続されるとともに、駆動手段としてのインバータ18が接続されている。このインバータ18は6個のトランジスタと夫々のトランジスタに逆並列接続された6個のダイオードとから成る半導体スイッチ群を備える。各トランジスタのベース電圧は後述するPWMドライバによってPWM（パルス幅変調）方式で制御される。

【0029】インバータ18の3個の出力端はブラシレスDCモータ20に接続されている。このブラシレスDCモータ20は、3相結線された3本の電機子巻線22と磁石回転子24を備える。3本の電機子巻線22が前述したインバータ18の出力端に夫々接続される一方、磁石回転子24がコンプレッサ26の軸に機械的に直結されている。

【0030】コンプレッサ26には、本実施形態では、1シリンダ構造のロータリ式が採用されている。

【0031】また、ブラシレスDCモータ20の3本の電機子巻線22の夫々は回転子位置検出器28にも電気的に接続され、各電機子巻線22に誘起される電圧がこの検出器28により検出される。回転子位置検出器28はその電圧信号を回転子位置パルス信号に変換して、これを後段のカウンタ30に出力する。カウンタ30は回転子位置パルス信号の例えばエッジをカウントし、そのカウント値に応じたカウント信号をコントローラ32に

出力する。

【0032】コントローラ32は、信号の受渡しや信号レベルの整合を担うインタフェース回路34と、このコンプレッサ駆動制御機能の中枢を担うCPU36と、プログラムや初期値などを予め格納しているROM38、及びデータの書き込み及び読出しが可能なRAM40を備えたマイクロコンピュータで構成されている。

【0033】このコントローラ32には、前記CPU36から供給されるドライブ信号及びPWM信号に基づき前記インバータ18の通電状態を変更するドライバ42が接続されている。

【0034】さらに、このコンプレッサ駆動制御装置10には非接触で電流検出を行う2つの電流検出器44及び46が装備されており、一方はインバータ18の入力側線路に配置され、もう一方は交流電源12の出力側線路に配置されている。2つの電流検出器44、46による電流検出信号はA/D変換器48、50を夫々介してコントローラ32に供給されている。

【0035】さらに、コントローラ32は別のドライバ52を介して、電磁制御弁の構造を成す四方弁52のコイルにも接続されている。これにより、四方弁52に通電してその連結経路を冷房サイクルと暖房サイクルのいずれかに変更できるようになっている。この四方弁52は冷媒の冷凍サイクルを構成する循環系に挿入されており、前述したコンプレッサ26にも連結されている。

【0036】前記コントローラ32のROM38に格納されているプログラムには、後述する図2～3に記載のルーチンが含まれる。これらのルーチン処理を介して、PWM方式によるブラシレスDCモータ20の速度制御（すなわち、コンプレッサ26の運転制御）、コンプレッサ26のトルク脈動補正、さらには本発明の特徴を成す、トルク脈動補正の補正量の調整処理などの機能がソフトウェア的に実現される。

【0037】したがって、特許請求の範囲に記載の構成要件の内、ブラシレスDCモータ20、コンプレッサ26、及び四方弁54を除く構成要件は、このCPU36を中心とするマイクロコンピュータの一部関与又は全面関与によって機能的に実現され、フローチャートにそれが図示されている（後述の第2、第3の実施形態においても同様である）。また、ROM38は本願発明を実行させるための記録媒体をも成す。

【0038】第1の実施形態に戻って、図2及び図3は共にCPU36によって実行されるコンプレッサ駆動制御の概略を示す。この内、図2のメイン処理は電源オンに応答して開始され、電源オフまで繰返し実行されるメイン処理の概略を示す。もう一方の図3の処理は、図2のメイン処理の実行中に、一定の微小時間 $\Delta t$ 毎に実行されるタイマ割込み処理の概略を示す。

【0039】図2のメイン処理の概略を説明する。CPU36はその起動後、所定の初期設定処理を行う（ステ

ップS1)。次いで、CPU36はカウンタ30から出力されるカウント信号を読み込み、このカウント信号に基づき現在のモータ回転速度、すなわちコンプレッサ26の現在の運転周波数 $n$ を検出する(ステップS2)。

【0040】次いで、CPU36は、外部から指令されている速度指令信号を読み込み、この信号に対応した運転周波数と現在の運転周波数 $n$ との差分(速度差)を演算し、この差分値に応じた回転速度指令値 $V_p$ を演算する(ステップS3)。

【0041】この後、CPU36は、現在の運転周波数 $n$ と予め設定してあるトルク脈動補正上限周波数 $N$ について、 $n \leq N$ か否かを判断する(ステップS4)。一般に、コンプレッサ26を低い周波数で運転すると、そのトルクの脈動に因って振動や騒音が大きくなるので、この振動及び騒音の抑制範囲を抑制するために、トルク脈動補正上限周波数 $N$ が設定されている。すなわち、このトルク脈動補正上限周波数 $N$ は、トルク脈動補正を行う最大周波数(最大回転速度)であって、この値よりも低い周波数範囲でトルク脈動補正を行うことを規定するものである。

【0042】このステップS4の判断がNO、つまり $n > N$ になっているときには次のステップS5の処理はスキップされ、その一方で、この判断がYES、つまり $n \leq N$ が成立するときには所定の低周波数範囲であると認識して、ステップS5に移行する。このステップにおいて、CPU36は、後述する図3の処理によって略リアルタイムに更新されている現在のトルク脈動補正量 $S_c$ をRAM40内の所定記憶領域から読み出す。

【0043】次いで、上述の2つのステップで演算及び読み出した回転速度指令値 $V_p$ 及びトルク脈動補正量 $S_c$ に基づくトータルの回転速度指令値 $V$ を演算する(ステップS6)。そして、CPU36は、このトータルの指令値 $V$ に応じたドライブ信号とPWM信号をドライバ42に出力することで、ドライバ42に対してブラシレスDCモータ20の回転速度制御を指令する(ステップS7)。これにより、ドライバ42はインバータ18における通電のデューティ比を指令値 $V$ に応じてPWM制御するので、モータ20の回転速度、すなわちコンプレッサ26の運転周波数は指令値 $V$ に対応した値に制御される。

【0044】この回転速度制御の指令が終わると、CPU36は停止制御を行う(ステップS8)。すなわち、所定の停止条件が満足されたか否かを判断し、かかる条件が満足されると、ブラシレスDCモータ20の回転停止に要する指令をドライバ42に行い、一方、停止条件が満足されないときにはステップS2に戻って上述した処理を繰り返す。

【0045】一方、図3のタイマ割込み処理は図2のメイン処理が実行されている間、一定時間 $\Delta t$ 毎に実行される。この割込み処理が起動すると、CPU36はカウ

ンタ30のカウント信号からブラシレスモータ20の現在の回転速度(すなわち、コンプレッサの現在の運転周波数 $n$ )を検出する(ステップS11)。次いで、この運転周波数 $n$ について $n \leq N$ ( $N$ :トルク脈動補正上限周波数)か否かを判断する(ステップS12)。この判断でNO、すなわち $n > N$ の場合、何もせずにメイン処理に戻る。

【0046】しかし、YESの判断、すなわち $n \leq N$ の条件が成立し、運転周波数 $n$ が低い領域にあるときには、次いで、その運転周波数 $n$ に応じてトルク脈動補正量 $S_c$ を調整し、記憶する処理を行う(ステップS13)。この補正量 $S_c$ の更新は、一例として、ROM38の所定記憶領域に予め記憶させてあるテーブルを参照して実行される。

【0047】このテーブルの例を図4及び図5に示す。両方の図は共に、横軸に運転周波数 $n$ をとり、縦軸にトルク脈動補正量 $S_c$ をとっており、このグラフに対応したデータがテーブルとして予め記憶されている。図4のトルク補正量 $S_c$ のグラフによれば、運転周波数 $n$ が一定値に達すると最大補正量まで立ち上がり、その後、トルク脈動補正上限周波数 $N$ まで直線的に減少する。これに対し、図5のトルク補正量 $S_c$ のグラフは、運転周波数 $n$ が一定値に達すると最大補正量まで立ち上がり、その後、トルク脈動補正上限周波数 $N$ まで段階的に減少する。

【0048】図4又は図5の何れの補正量曲線を採用するかは任意である。また、この補正量 $S_c$ の更新は必ずしもテーブル参照により求める構成を採らなくてもよく、例えば、その都度、運転周波数 $n$ を関数とする演算式を解いて求めてもよい。

【0049】このため、図4又は図5の何れの補正量曲線に拠っても、現在の運転周波数 $n$ が高くなるほど小さくなる補正量 $S_c$ が逐一、更新設定される。当然に、運転周波数 $n$ が低くなると、補正量 $S_c$ は高い値に更新設定される。

【0050】この補正量 $S_c$ の更新が終わると、その後の処理はメイン処理に戻される。したがって、前述したメイン処理において呼び出される補正量 $S_c$ は常にその時点の運転周波数 $n$ の高低を反映した値に、ほぼリアルタイムに設定されている。

【0051】このため、図2のステップS7を介して実行される $n \leq N$ 時の回転速度制御にあつては、外部から供給される速度指令信号及び現在の運転周波数との差分に基づくPWMデューティ比が、ロータ1回転中の特定の位相にて前述の如く調整されたトルク脈動補正量 $S_c$ に相当する割合だけアップされ、又は、特定の位相にて前述の如く調整されたトルク脈動補正量 $S_c$ に相当する割合だけダウンされる。

【0052】一般に、モータ回転数(コンプレッサ運転周波数)が高くなると、インバータの入力電流が増加す



るので、運転周波数の増加に対して従来の如く常に同じ補正量でトルク脈動を補正していると、運転周波数が高くなるほど、インバータの許容値を超えた電流が流れ易くなる。

【0053】しかしながら、本実施形態では、従来のように運転周波数が変わっても常に一定の同じ割合でデューティ比をアップ又はダウンさせるという制御法は採らず、上述したように、運転周波数が上昇するにつれて連続的に（図4参照）又は段階的に（図5参照）トルク脈動補正量を低減させている。

【0054】このため、例えばコンプレッサ26を運転している周囲温度などの環境変化に因って負荷トルクが大きくなり、モータ20の巻線の電流脈動が大きくなっても、インバータ18の入力電流がその許容電流値を瞬時的に越えるという状態を殆ど確実に防止できる。したがって、瞬時的な電流に因るインバータ18の回路素子の焼損やダメージなどを殆ど確実に防止でき、これにより、インバータ自体の長寿命化を図ることができる。

【0055】コンプレッサ26の振動や騒音は運転周波数が低いほど顕著に現れるが、本実施形態では $n \leq N$ の低い運転周波数領域ではありながら、その領域内の高い方の運転周波数で重点的に補正量を減少させているので、全体としてのトルク脈動補正の効果には殆ど影響しない。したがって、上述のインバータ電流の抑制と並行して、従来と同等の的確なトルク脈動補正を効果的に発揮させ、コンプレッサに起因した振動や騒音を確実に抑制することもできる。

【0056】＜第2の実施形態＞第2の実施形態に係る空気調和機を、図6～9を参照して説明する。この実施形態に係る空気調和機は、前述した図1に示す構成のコンプレッサ駆動制御装置10を備えており、そのハード的な構成は第1の実施形態のものと同一である。

【0057】この第2の実施形態によれば、コントローラ32のCPU36は、そのメイン処理として、前述した図2及び図3に示す処理を行うものの、トルク脈動補正量の更新及びトルク脈動補正に関連した運転制御を、図6に示すタイマ割込み処理によって更に付加的に実行する。つまり、この第2の実施形態では第1の実施形態で発揮される機能に加え、図6に示す処理による機能も得られる。

【0058】図6のタイマ割込み処理は一定時間 $\Delta t$ 毎に実行される。CPU36は、この図6の処理が起動すると、電流検出器44からの電流検出信号を読み込み、インバータ18の入力電流 $i$ が検出され、そのピーク値 $i_p$ が演算される（ステップS20、S21）。

【0059】次いで、インバータ18の許容電流値に対して予め設定されているしきい値 $i_{th}$ に対して、このピーク値 $i_p$ が $i_p \geq i_{th}$ であるか否かを判断する（ステップS22）。このステップでCPU36がNO、すなわち $i_p < i_{th}$ であると判断したときには、

その処理はそのままメイン処理に戻される。

【0060】しかし、YES、すなわち $i_p \geq i_{th}$ が成立すると認識したときには、インバータ入力電流 $i$ の増大分に応じてトルク脈動補正量 $S_c$ を低減させる処理を行う（ステップS23）。この処理は、例えば図7に示す如く予め設定されているROM38内の記憶テーブルを参照することで行われる。同図のトルク脈動補正量 $S_c$ の特性よれば、第1の実施形態と同様に運転周波数 $n$ の増加に伴って補正量 $S_c$ は低下する一方で、インバータ入力電流が大きくなるほど、補正量 $S_c$ 全体の値が低減されている。このため、同じ運転周波数 $n$ であっても、インバータ入力電流 $i$ が増えたと、その増加分に対応した値だけ低下させたトルク脈動補正量 $S_c$ に更新設定される。

【0061】なお、このステップS23で参照するデータは、図7に示す特性の内、インバータ入力電流 $i$ とトルク脈動補正量 $S_c$ の関係のみである（運転周波数 $n$ とトルク脈動補正量 $S_c$ の関係は前述した図3の処理で既に参照されている）。

【0062】この更新設定の後、CPU36は再度、インバータ入力電流 $i$ を検出し、そのピーク値 $i_p$ を演算し、さらにピーク値 $i_p$ が所定値以上低下したか否かを判断する（ステップS24～S26）。この判断がYES（ピーク値 $i_p$ が所定値以上低下した）となるときには、その時点では、インバータ入力電流に応じて補正量を低減させる処理を行う前の運転周波数でのトルク脈動補正量よりも小さい補正量でトルク脈動補正が掛かっていることになるので、CPU36は、運転周波数を補正量低下に相当する分だけアップさせる（すなわち、モータの回転速度を補正量低下に相当する分だけ上げる）指令を出す。これにより、例えば図8に示す如く、運転周波数がアップされ、コンプレッサ26の振動や騒音が抑制される。

【0063】一般に、このような状態は瞬時に改善されるものではないことを考慮して、CPU36は次いで、次のコンプレッサ起動時までの間は、その時点のトルク脈動補正量で運転することができる最低周波数以下の値での運転を禁止する（ステップS28：図8参照）。これにより、「運転周波数のダウン、電流脈動の増加、トルク脈動補正量の減少、運転周波数のアップ、そして、脈動電流の低下」と巡るハンチング現象に陥る事態を回避できる。ステップS28の後にはメイン処理に戻る。

【0064】一方、前述したステップS26でNO、すなわちインバータ入力電流の増加に応じてトルク脈動補正量を低下させても、インバータ入力電流のピーク値が低下しないと判断された場合、CPU36は、トルク脈動補正の中断指令を出す（ステップS29）。次いで、インバータ入力電流 $i$ を検出し、そのピーク値 $i_p$ を演算し、さらにピーク値 $i_p$ が所定値以上低下したか否かを



を判断する(ステップS30~S32)。この判断がYES(ピーク値 $i$ が所定値以上低下した)となる場合には、トルク脈動補正の中断に因ってコンプレッサからの振動及び騒音が増加するのを抑えるために、図9に例示する如く、運転周波数をトルク脈動制御上限周波数 $N$ までアップさせる(ステップS33)。この後、メイン処理に戻る。

【0065】一方、ステップS32でNO、すなわちトルク脈動補正を中断させてもインバータ入力電流が思うように低下しないときには、CPU36はコンプレッサの運転そのものを中断させる指令を行う(ステップS34)。この後、メイン処理に戻る。

【0066】なお、上述したステップS27、S33における運転周波数アップは図2の処理で使用する指令値 $V$ を更新することで対処され、ステップS28、S29、S34における運転制御の指令は、図2のステップS7の回転速度制御に反映されるパラメータを更新することで対処される。

【0067】このように本実施形態によれば、ブラシレスDCモータ20の負荷が大きいことに因り、第1の実施形態による運転周波数 $n$ に応じて補正量が変化するトルク脈動補正が行われた場合でも、依然として、インバータ18の入力電流がその許容値を超えてしまいそうな状態を未然に感知して、それを防止することができる。すなわち、インバータ入力電流が大きくなると、トルク脈動補正量を減少させるので、インバータ18を過大電流に因る破壊などから殆ど確実に防止することができる。

【0068】加えて、何らかの事情に因って、このインバータ入力電流の増加に応じた補正量の低減を行っても依然として、インバータ入力電流が所望値以上に低下しないときには、トルク脈動補正の中断やコンプレッサの運転中断などの運転制御を行うので、2重、3重の保護機能を持たせることができる。これにより、インバータ18及びその周辺回路を過大電流に因る破壊から一層確実に防御することができる。

【0069】なお、この第2の実施形態において、図6のステップS23で補正量を低減処理するときの対象信号はインバータ入力電流に限定されることなく、例えば空気調和機の運転電流(セット電流)であってもよい。この運転電流は、図1に示す交流電源側の電流検出器46による電流検出信号から、前述と同様に検出すればよい。この運転電流が大きくなるにしたがって、例えば図10に示す如く、トルク脈動補正量 $S_c$ をテーブル参照法や演算により求めることで、同様の制御を行うことができる。

【0070】<第3の実施形態>第3の実施形態に係る空気調和機を、図10~13を参照して説明する。この実施形態に係る空気調和機は、前述した図1に示す構成のコンプレッサ駆動制御装置10を備えており、そのハ

ード的な構成は第1の実施形態のものと同じである。

【0071】この第3の実施形態に係るコンプレッサ駆動制御装置は、ブラシレスDCモータ20の起動、四方弁54の通電切替、及びトルク脈動位相角の判定のタイミングを規制する制御及びこれに関連した運転制御に特徴を有する。

【0072】具体的には、コントローラ32のCPU36によって、図1のステップS1に関わる初期設定処理の一部として図11に部分的に示す処理が実行されるとともに、運転制御として図12に示す微小時間 $\Delta t$ 毎のタイマ割込み処理が実行される。

【0073】図11の処理によれば、CPU36は、一例として、最初に四方弁54への通電を切り替えて、安定な流路位置に移動させる(図13中の(a)参照:ステップS1a、S1b)。次いで、ブラシレスDCモータ20を起動させる(ステップS1c、S1d)。そしてこの後、トルク脈動補正の位相角判定を行う(ステップS1e)。一般に、位相角判定はモータの起動直後に行われるので、ここでも、それに従うシーケンスになっている。

【0074】これにより、図13に示す如く、四方弁への通電が最初に切り替えられ、安定した後に、ブラシレスDCモータ20が起動させられる。そして所定時間経過した後で、トルク脈動位相角の判定に入る。したがって、従来のように、トルク脈動補正の位相角判定中に四方弁26が作動させられ、1回転中のトルク変動に乱れが生じ、トルクの大きい回転位相とトルクの小さい回転位相との間の速度差が正確に判定できなくなるといった事態を防止できる。

【0075】なお、トルク脈動補正の位相角判定が終了した後で、四方弁54の位置切替用の通電を行ってもよい(図13中の(b)参照)。

【0076】一方、タイマ割込み方式で実行される図12に記載の処理によれば、CPU36は、現在の運転周波数 $n$ を検出して $n \leq N$ か否かを判断する(ステップS41、S42)。この判断がNO( $n > N$ )のときにはそのままメイン処理に戻るが、YES( $n \leq N$ )のときには引き続きステップS43~S46の処理を実行する。

【0077】すなわち、トルク脈動補正が開始されたときは、トルク脈動補正を行っている位相区間を通過する時間を検出し、その時間の平均状態を求める(ステップS43~S46)。

【0078】次いで、トルク脈動補正を実行したことによりトルク脈動が低減したか否かを、演算した平均状態に基づき判断する(ステップS47)。仮に、この位相区間を通過する時間が平均されずに分散される場合(ステップS47でNO)、トルク脈動補正の位相角判定が誤っているので、トルク脈動補正を中断すべくパラメータを設定する(ステップS48)。そして、トルク脈動

補正上限周波数N以下での運転を禁止し、上限周波数Nを超える周波数で運転するようにパラメータを制御する（ステップS49）。このステップS49の処理に代えて、トルク脈動補正の位相角判定をやり直す処理を行ってもよい。

【0079】このようにトルク脈動補正の位相角判定のタイミングを適正化し、さらに、その位相角判定の可否のチェックし、不備な場合の運転制御法まで提供できるので、前述した実施形態と同等の作用効果に加え、トルク脈動補正を安定的に且つより精度良く実施することができるという効果が得られる。

【0080】なお、図4、7、10の実施形態において、コンプレッサの運転周波数の上昇に伴って調整するトルク脈動補正量は、その運転周波数の変化に拠らずに、常に一定の割合で変化する（補正量の傾きが一定）ように設定しているが、本発明に係る運転周波数とトルク脈動補正量との変化の関係は必ずしもこれに限定されるものではなく、例えば、図14（a）～（c）に示す如く変化させてもよい。同図（a）に示す関係は、トルク脈動補正量の減少割合を運転周波数が増加するにつれて指数関数的に減らしたものの、同図（b）に示す関係は、トルク脈動補正量の減少割合を運転周波数が増加するにつれて逆指数関数的に減らしたものの、さらに、同図（c）に示す関係は運転周波数の増加の初め付近と終わり付近で、特に、トルク脈動補正量の減少割合を大きくしたものである。これらの特性は、コンプレッサの振動の周波数特性などの応じて適宜に選択でき、これにより設計の自由度が増す。

【0081】さらに、前述の実施形態にあっては、コントローラ32はマイクロコンピュータをその主要素として構成したが、このコントローラは、前述したと同等の機能を持たせるようにデジタル回路やリレー、スイッチ素子などのシーケンス回路を組み合わせる構成することもできる。

【0082】上述した各実施形態およびその変形例は単なる例示であって、本発明の範囲を限定することを意図するものではない。本発明の範囲は特許請求の範囲の記載にしたがって決まるもので、本発明の範囲を逸脱しない範囲において様々な態様のコンプレッサ駆動制御装置、空気調和機、及び記録媒体を実施することができる。

【0083】

【発明の効果】以上説明したように、本願発明に係るコンプレッサ駆動制御装置及び空気調和機によれば、インバータなどの駆動手段の入力電流の許容値内でトルク脈動補正を最大限に発揮させて振動や騒音を効果的に抑制するとともに、過電流に因る機器や回路部品の焼損などを確実に防止して、高寿命で、性能が安定した装置を提供することができる。また、これに付随して、駆動手段に流入する電流などを抑制する運転上の制御手段を持た

せているので、信頼性の高い装置を提供することができる。

【0084】また、トルク脈動位相角の誤判定を防止し、より確実なトルク脈動位相角の判定結果を得て、これに応じた的確なトルク脈動補正を行うことができる。さらに、何らかの理由により、トルク脈動位相角が誤判定になってしまった場合でも、次善の策として、振動や騒音が加速されるような制御状態への移行を確実に排除することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る、空気調和機のコンプレッサ駆動制御装置の電氣的な概略構成を示すブロック図。

【図2】第1の実施形態においてCPUによって実行されるメイン処理を示す概略フローチャート。

【図3】第1の実施形態においてCPUによって実行されるトルク脈動補正量の更新処理を示すタイム割込み処理の概略フローチャート。

【図4】運転周波数とトルク脈動補正量の関係の一例を示すグラフ。

【図5】運転周波数とトルク脈動補正量に関する別の例を示すグラフ。

【図6】第2の実施形態においてCPUによって実行されるトルク脈動補正量の更新処理を中心に示すタイム割込み処理の概略フローチャート。

【図7】運転周波数、インバータ入力電流、及びトルク脈動補正量の関係の一例を示すグラフ。

【図8】トルク脈動補正量の時間変化の一例を示す図。

【図9】トルク脈動補正量の時間変化の別の一例を示す図。

【図10】変形例に係る、運転周波数、セット運転電流、及びトルク脈動補正量の関係の一例を示すグラフ。

【図11】第3の実施形態においてCPUにより初期設定処理の一部として実行される処理の概略フローチャート。

【図12】第3の実施形態においてCPUによって実行される運転制御を示すタイム割込み処理の概略フローチャート。

【図13】起動からトルク脈動補正に至る時間変化の一例を示す図。

【図14】運転周波数とトルク脈動補正量の関係の別の例を示すグラフ。

【符号の説明】

10 コンプレッサ駆動制御装置

18 インバータ

20 ブラシレスDCモータ

26 コンプレッサ

28 回転子位置検出器

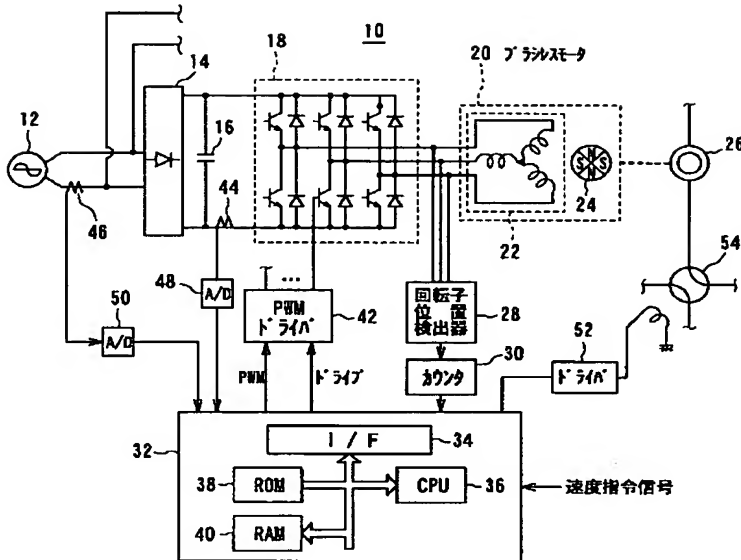
30 カウンタ

32 コントローラ

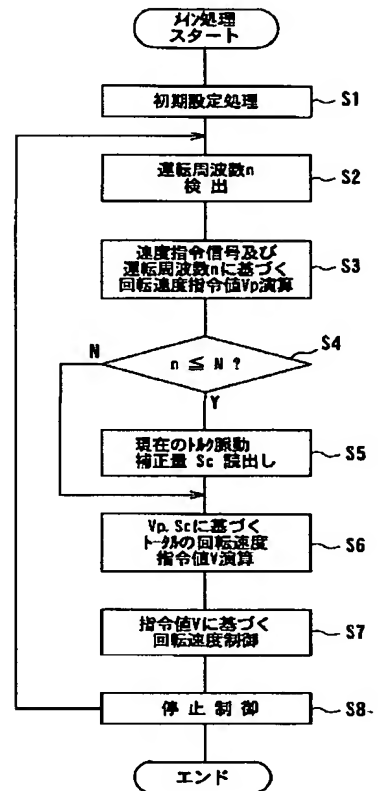
36 CPU  
38 ROM  
40 RAM  
42 PWMドライバ

\* 44、46 電流検出器  
48、50 A/D変換器  
52 ドライバ  
\* 54 四方弁

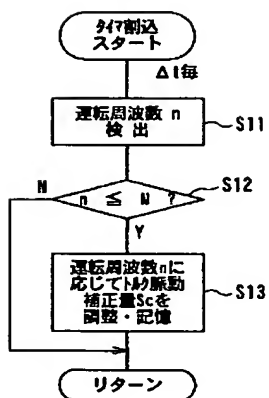
【図1】



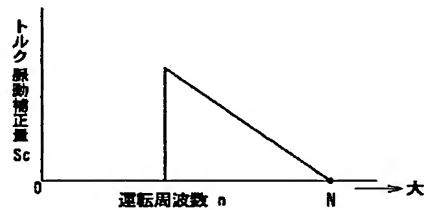
【図2】



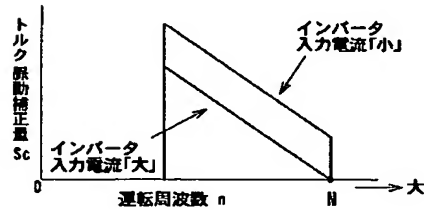
【図3】



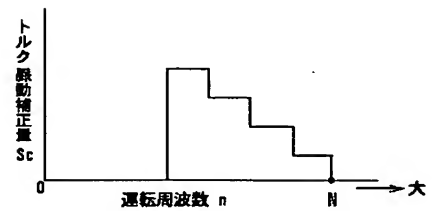
【図4】



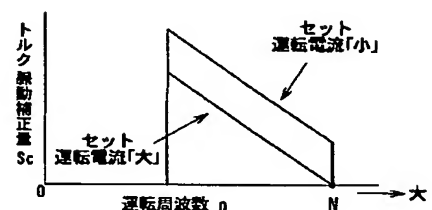
【図7】



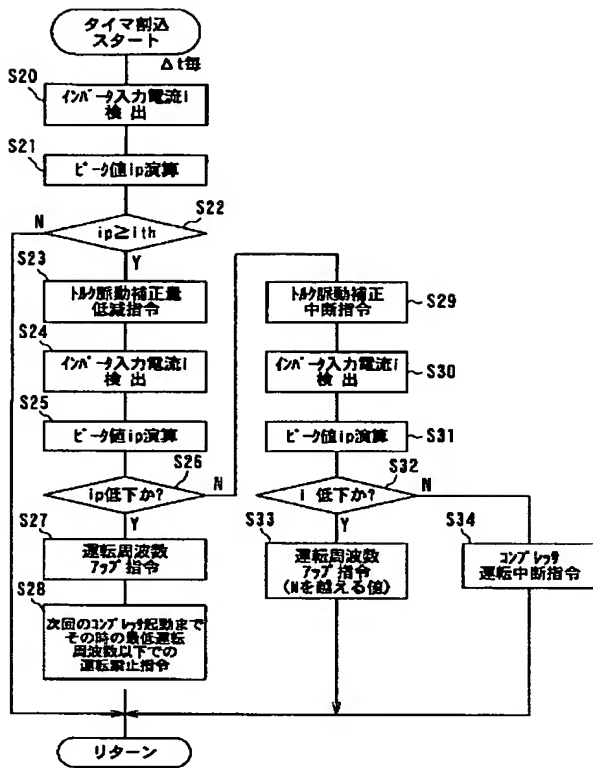
【図5】



【図10】

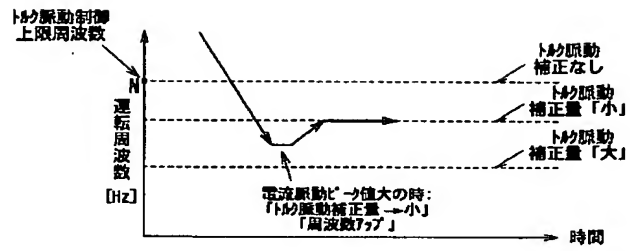


【図6】

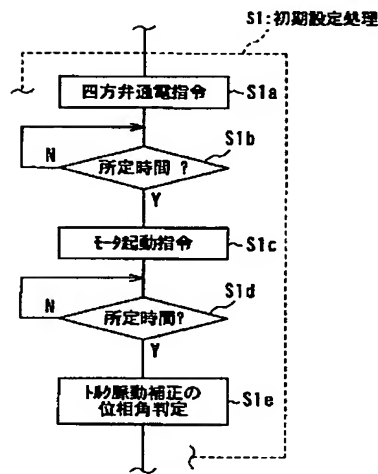


【図9】

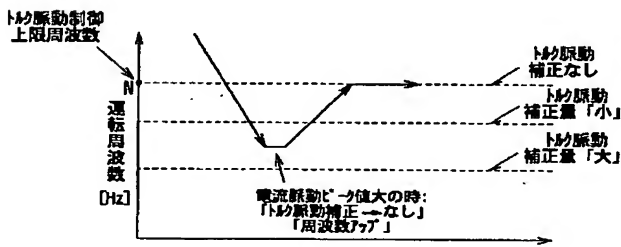
【図8】



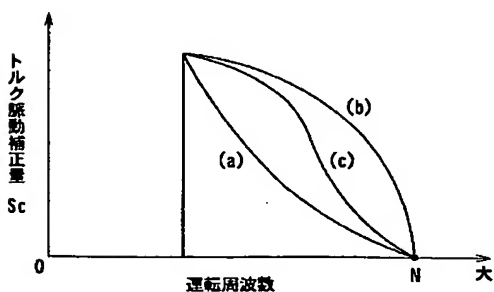
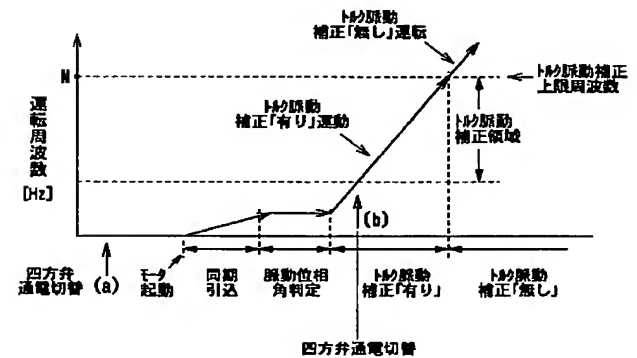
【図11】



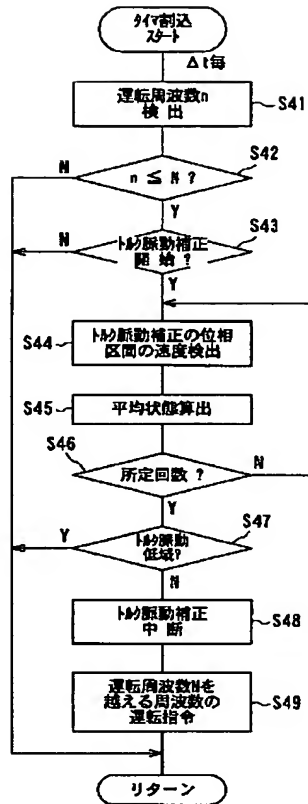
【図13】



【図14】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 2 P 7/63	3 0 2	H 0 2 P 6/02	3 5 1 J

(72)発明者	池田 成喜	F ターム (参考)	3H045 AA09 AA12 AA27 BA38 BA42
	静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア		CA21 CA29 DA08 EA38
	株式会社内		3L060 AA01 CC10 CC19 DD02 DD05
(72)発明者	森本 敏行		EE04
	静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア		5H560 AA02 BB12 DA13 DA19 DC03
	株式会社内		DC12 EB01 GG04 RR01 SS07
(72)発明者	小形 秋弘		SS10 TT02 TT12 TT13 UA02
	静岡県富士市蓼原336番地 東芝キャリア		XA12
	株式会社内		5H576 AA10 BB04 CC05 DD02 DD07
			EE11 GG01 GG04 HA02 HB01
			JJ03 JJ17 JJ29 KK06 LL14
			LL17 LL22 LL26 LL39 LL41

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**